

# ESTUDIO EXPERIMENTAL EN EL PERRO ACERCA DE LOS EFECTOS NOCIVOS DE LOS ULTRASONIDOS SOBRE LA VITALIDAD PULPAR.

J.L. Vérez-Fraguela\*, M.A. Vives Vallés\*\*,  
L.J. Ezquerro Calvo\*\*

\*Hospital Clínico Veterinario Ultramar.  
Ferrol, A Coruña.

\*\*Cátedra de Cirugía.

Facultad de Veterinaria de Cáceres.

José Luis Vérez-Fraguela

C/ Nueva, 167 B

15404 Ferrol. A Coruña

Telf.: 981 37 02 24 - 981 33 00 67

email: ultramar@mx3.redestb.es

## RESUMEN.

En el presente trabajo se plantea el estudio de las posibles lesiones pulpareas inducidas como consecuencia de la aplicación de un destartador de ultrasonidos, de 29 KHz de frecuencia, utilizado comúnmente en odontología clínica veterinaria. Como hipótesis inicial y a partir de la revisión bibliográfica se considera que la aplicación de más de quince segundos y con la mayor refrigeración (spray de agua) hay un riesgo de lesionar la pulpa dental como consecuencia de la elevación de temperatura que produce la vibración del extremo de la sonda ultrasónica.

La metodología aplicada consistió en una serie de mediciones previas sobre animales de experimentación y finalmente un grupo de seis animales y un animal control.

En cada animal se utilizaron exclusivamente los premolares maxilares y mandibulares a los cuales se les aplicó un tiempo duplo, cuádruplo o séxtuplo del recomendado y sin refrigeración. Paralelamente se tomaron medidas de la temperatura del canal pulpar (en incisivos no tratados), temperatura ambiental, del carrillo, del surco gingival y de la propia dentina del diente afectado a través de una sonda con termistor acoplada a un medidor de resistividad, y acoplado en el espesor de la dentina a una profundidad de 1 milímetro.

Igualmente se tomaron otros datos referidos al grosor de la dentina y cámara pulpar (por estudio radiográfico).

Tras la toma de los datos referidos a la temperatura más alta generada, se aguardó un período de espera de dos semanas tras el cual se extrajo una muestra significativa de piezas dentales para su estudio histológico.

En el animal control se elevó la temperatura hasta un límite de 45 y 47 °C, tras lo cual se extrajeron todos los premolares para su estudio histológico.

Los resultados obtenidos nos hacen concluir que, la

aplicación de un destartador de ultrasonidos de 29 KHz durante 90 segundos seguidos sobre la superficie dental, y sin refrigeración, no eleva la temperatura del diente, pero sí puede provocar lesiones compatibles con pulpitis agudas como consecuencia del efecto sónico provocado y muy similares a las producidas por el calor aplicado en el animal control.

**Palabras clave:** Ultrasonidos; Perro; Pulpa dental.

## ABSTRACT.

In the present investigation we proposed the study of possible pulp damage produced as a result of the application of an ultrasound scaler with 29 KHz output, commonly used in clinical veterinary odontology.

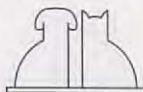
As an initial hypothesis, and based on bibliographic research, we considered that an application of more than 15 seconds, with maximum coolant (water spray), meant a risk of dental pulp damage as a consequence of the rise in temperature produced by the vibration of the end of the ultrasound probe.

The applied method consisted of a series of previous measurements on experimental animals and finally on a group of six animals and one control animal.

On each animal we used exclusively maxillary and mandibular premolars to which was applied double, four times and six times the recommended time, without the use of a coolant. At the same time temperatures were taken of the pulp canal (on untreated incisives) the ambient temperature, the cheek, the gingival canal and the dentine of the affected tooth, using a probe with a thermistor attached to a resistivity meter and inserted in the dentine to a depth of 1 mm.

Other data was also obtained on the thickness of the dentine and pulp cavity (by x-ray study).

Once the collection of data referring to the highest





temperatures generated was complete, a waiting period of 2 weeks followed, after which a significant sample of dental pieces was removed for a histological study.

In the control animal the temperature was raised to a limit of between 45 °C and 47 °C. Following this, all the premolars were removed for a histological study. The obtained results make us conclude that the application of a ultrasound scaler of 29 KHz during 90 seconds of continuous use on the dental surface, without coolant, does not increase the tooth temperature. However, it can provoke damage comparable with acute pulpitis, as a consequence of the sonic effect caused, very similar to the effects produced by the heat applied in the control animal.

**Key words:** Dog; Dental pulp; Scaler.

## INTRODUCCIÓN.

La amplia utilización de destartaradores ultrasónicos en la clínica humana y veterinaria, así como su fácil empleo, ha hecho de este sistema de limpieza de la superficie dental un aliado indispensable de la odontoestomatología actual.

Además de la acción de limpieza de los ultrasonidos hay muchas otras aplicaciones de los mismos en odontología, sin embargo sólo en los últimos tiempos se han racionalizado y comprendido las aplicaciones y efectos de sus propiedades físicas.

Técnicamente los ultrasonidos pueden ser generados por magnetostricción o piezoelectricidad (lo más utilizado). Su acción se basa en la oscilación provocada por un campo electromagnético creado por la corriente eléctrica. Su frecuencia oscilatoria puede ir desde los 20.000 a los 40.000 ciclos por segundo, según el aparato utilizado<sup>4, 18, 24, 27, 29</sup>.

La interacción de los ultrasonidos con los tejidos vivos está causada por acción mecánica (cavitación, sobreesfuerzos o presión) o por acción térmica<sup>11, 12, 13, 36, 38</sup>, y es necesario una mejor comprensión de la efectividad, límites de seguridad y uso racional de los ultrasonidos para su empleo en clínica, puesto que sabemos de forma genérica que la limpieza dental con destartaradores de ultrasonidos eleva la temperatura de las estructuras dentales, de forma que se puede originar una necrosis pulpar, si bien no se ha cuantificado exactamente cuánto tiempo y cuánta temperatura se requiere para esta acción patológica<sup>1, 2, 3, 9, 10, 20, 21, 35</sup>.

Más concretamente en medicina veterinaria, debido a la anestesia general a que es preciso someter al paciente, el clínico pierde la referencia

que proporciona un paciente despierto y con sensibilidad, lo que unido a problemas de sarro más graves que en medicina humana, lleva a prolongar el tiempo de actuación sobre el diente más allá de lo que en principio se podría considerar razonable<sup>14, 19, 35</sup>.

Esta acción de calentamiento, indeseada pero en cualquier caso inevitable, depende, según todos los autores consultados, del tiempo de contacto con el diente, del grosor de la dentina y del propio sistema de refrigeración del aparato, y a su juicio puede tener como consecuencia la necrosis pulpar y posterior desvitalización del diente<sup>10, 20, 21, 35</sup>.

A pesar de todo ello, consideramos que el conocimiento de estos efectos no se ha indagado lo suficiente. No hemos encontrado en la bibliografía estudios experimentales que determinen el alcance del problema, que cuantifiquen, que es lo que pasa realmente en la pulpa.

Persuadidos que el calor crítico que puede llegar a lesionar la pulpa es muy difícil que se produzca con la acción normal de los distintos tipos de destartaradores y pensando que no es ajustada la teoría actual de que por encima de los 15 segundos de aplicación ya pueden causar daño pulpar como afirman diversos autores<sup>10, 20, 21, 35</sup> entre otros. Pretendemos cuantificar el posible daño provocado por el calor de manera experimental, para que sirva en el empleo clínico cotidiano.

Para todo ello como objetivos del trabajo nos proponemos, en primer lugar, comprobar las hipotéticas lesiones sobre la pulpa y la vitalidad pulpar como consecuencia del empleo de destartaradores de ultrasonidos y la elevación de temperatura que se produce.

Pretendemos además establecer la patogenia del proceso, si se produce un estado patológico en la pulpa, mediante el estudio histopatológico de las lesiones pulpares provocadas, así como el reflejo clínico macroscópico en el aspecto del diente.

También se trata de determinar el tiempo máximo de exposición a los ultrasonidos que un diente sano puede soportar, en general, o bien específicamente según parámetros tales como tamaño del diente, edad, tamaño de la cámara pulpar, etc.

## MATERIAL Y MÉTODO.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental que consistió en la elección del perro como animal de experimenta-

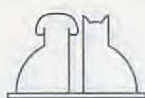






Fig. 1. Aparato de ultrasonidos utilizado en el trabajo.



Fig. 2. Sistema de medición con el medidor de resistividad -Testel 125®- al que se le acopla la sonda de medición termométrica -YSI®, serie 500, nº 514, constante de tiempo 0,22 seg, rango -5 a +50°C-.



Fig. 3. Radiografía de proyección oblicua para la medición de la dentina y del espesor de la pulpa.



Fig. 4. Pulpotomía en un tercer incisivo superior para la medición de la temperatura en la cámara pulpar.

ción, con una edad en torno a los 4 años y concretamente a realizarlos en los dientes premolares maxilares y mandibulares.

La fuente de ultrasonidos era una aparato de los habitualmente utilizados en odontología veterinaria, con una frecuencia de salida de 29 KHz. El sistema de medición de temperatura consistió en una sonda de 1 mm dotada de un termistor y acoplado a un lector de resistividad, previamente calibrada. Figs. 1 y 2.

Inicialmente empleamos un animal para realizar los ajustes necesarios en los cuales modificamos el planteamiento inicial en los siguientes puntos:

- Los tiempos de aplicación que recomendaban no pasar de 15 segundos debían ser más prolongados, por lo que se multiplicaron por 2, 4 y 6, es decir tiempos de 30, 60 y 90 segundos.
- La refrigeración utilizada todavía disminuía la temperatura del diente más que al inicio, por lo cual suprimirla reforzaría, de producirse, las lesiones pulpares.
- La medida de la temperatura de la pulpa directamente en el canal pulpar originaba forzosamen-

te problemas de contaminación bacteriana y lesiones pulpares que podría interferir el estudio histopatológico. Esto no era así, si se tomaba la temperatura en el grosor de la dentina.

A partir de aquí elaboramos el método definitivo que aplicaríamos a todos los animales.

Anestesiado el animal, intubado y conectado a la máquina anestésica, se coloca en decúbito dorsal radiografiando en primer lugar los premolares para realizar una medición del espesor de la dentina y de la pulpa para disponer de estos datos para su posterior correlación si procedía. Fig. 3.

Tomamos también la temperatura ambiente, la temperatura del perro en el carrillo y en el surco gingival del cuarto premolar superior, mediante la misma sonda termométrica que utilizamos a lo largo de la experiencia.

Al objeto de conocer cual era la temperatura normal de la pulpa dental, se utilizó el tercer incisivo maxilar, izquierdo o derecho indistintamente, cuyo esmalte y dentina se perforaron con una fresa de diamante de 1 mm acoplada a la turbina refrigerada por agua, hasta llegar a la cámara pul-

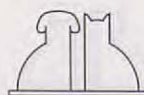






Fig. 5. Posición de la sonda para la toma de temperatura en la superficie dental.

par, en cuyo momento se aplicaba la sonda en el orificio practicado, obteniendo así la correspondiente cifra que era anotada en la ficha individual. Fig. 4

A continuación preparamos el orificio para la medición de la temperatura, la técnica consistía en la apertura de un lecho con una fresa acoplada a la turbina y refrigerada por agua. Dicha fresa tenía un grosor de 1mm, coincidiendo así con el diámetro de la sonda termométrica. La excavación tenía aproximadamente un milímetro de profundidad y el lugar de perforación era indistintamente las caras lingual o labial, al objeto de permitir la correcta inserción de la sonda en el orificio, sin que contactara con otras estructuras (lengua, carrillo, paladar, etc) que pudieran alterar la toma de temperatura. Fig. 5.

De esta forma, como ya se ha indicado, evitábamos la interferencia que supondría para el estudio la entrada en la cámara pulpar y su, más que posible, contaminación, anulando su incidencia en los estudios histopatológicos. Por el contrario, el efecto del aumento de temperatura se transmitiría a toda la dentina (lugar de la toma de datos) y a la pulpa, en virtud de los movimientos de limpieza.

Con el diente ya preparado se coloca la sonda termométrica en posición y se comienza la aplicación del destartarador de ultrasonidos.

La aplicación de los ultrasonidos sobre la superficie dental y observación de las variaciones de temperatura se realiza aplicando los ultrasonidos en tiempo creciente, de tal forma que en los primeros premolares superiores y en los segundos premolares inferiores aplicamos los ultrasonidos durante 30 segundos. En los segundos premolares superiores y terceros premolares inferiores los aplicamos durante 60 segundos. En los terceros

premolares superiores y cuartos premolares inferiores los aplicamos durante 90 segundos.

Así pues, durante la aplicación de los ultrasonidos el tiempo asignado a cada diente, se observaba el valor de resistividad más bajo que indicaba el medidor de resistividad en ohmios, que se correspondía con valores determinados en grados centígrados hasta milésimas de grado. Siempre se anotó el valor más bajo obtenido correspondiente a la temperatura más elevada.

Por último, al animal "control" se le realizó una técnica encaminada a la aplicación de calor externo a través del contacto con un soldador eléctrico de punta fina, hasta alcanzar registros en torno a los 45 °C para la arcada derecha y entorno a los 47 °C en la arcada izquierda, momento en el cual cesaba el contacto con la fuente de calor.

Posteriormente a este animal se le extrajeron todos los premolares tratados y se le practicó, acto seguido, la eutanasia mediante barbitúricos.

En este animal, todas las piezas dentales extraídas se estudiaron histológicamente, al objeto de disponer de datos de referencia inexistentes en la literatura para temperaturas concretas.

A los animales del 1 al 6 se les extrajeron diversas piezas dentales aleatoriamente para su estudio histopatológico

## RESULTADOS.

El hallazgo más significativo es que en ningún caso se han observado elevaciones de temperatura superiores a 30 °C siendo la máxima temperatura registrada la de 29,48 °C, ni siquiera tras la aplicación de los ultrasonidos durante 90 segundos.

Todos los resultados obtenidos se refieren en el Cuadro 1.

## DISCUSIÓN.

Al respecto y con los resultados obtenidos centraremos la discusión en los siguientes apartados:

- Calor generado por el destartarador de ultrasonidos y su efecto sobre la vitalidad pulpar.
- Lesiones producidas por el uso de destartadores de ultrasonidos.
- Relación entre el tamaño del diente, el tiempo aplicado y las lesiones observadas.





**Cuadro I.** Resultados obtenidos.

	perro 1	perro 2	perro 3	perro 4	perro 5	perro 6	control
Peso	31,8	22,65	21,15	17,8	42,3	25,2	24,6
Edad	2,5	3,5	2,5	4	4	2	5,5
Sexo	H	M	H	H	H	M	H
Espes Den-pul mm							
105 / 205	1,5-0,5/1,4-0,3	1,3-1,0/1,4-1,0	1,6-0,6/1,5-0,5	1,5-0,5/1,4-0,3	1,6-0,7/1,6-0,8	1,2-1,0/1,4-1,6	1,4-0,6/1,2-2
106 / 206	1,5-0,4/1,5-0,5	2,1-1,2/2,1-1,1	2,3-1,5/2,1-1,3	1,5-0,4/1,5-0,5	2,0-0,8/1,9-0,7	2,1-1,2/2,1-1,1	1,5-0,5/1,4-0,3
107 / 207	1,6-0,6/1,5-0,5	2,4-1,1/2,3-1,0	1,3-1,0/1,4-1,0	1,7-0,2/1,3-0,5	2,3-0,9/1,9-0,8	1,6-0,6/1,5-0,5	1,7-0,2/1,3-0,5
108 / 208	2,3-1,5/2,1-1,3	2,3-0,9/1,9-0,8	1,6-0,6/1,5-0,5	2,0-1,6/2,2-0,9	1,5-0,5/1,4-0,3	2,3-1,5/2,1-1,3	2,0-1,6/2,2-0,9
406 / 306	1,3-1,0/1,4-1,0	1,6-0,6/1,5-0,5	1,2-1,0/1,4-1,6	1,2-1,0/1,4-1,6	1,5-0,4/1,5-0,5	1,4-1,0/1,4-1,0	1,2-1,0/1,4-1,6
407 / 307	2,1-1,2/2,1-1,1	2,0-0,8/1,9-0,7	1,7-0,2/1,3-0,5	2,1-1,2/2,1-1,1	1,6-0,6/1,5-0,5	1,2-1,0/1,4-1,6	2,2-1,1/2,0-0,9
408 / 308	2,4-1,1/2,3-1,0	2,3-0,9/1,9-0,8	2,0-1,6/2,2-0,9	2,4-1,1/2,3-1,0	2,3-1,5/2,1-1,3	2,1-1,2/2,1-1,1	2,3-1,2/2,4-1,1
Temperatura en °C							
Ambiente	21,51	21,05	20,72	20,85	20,33	21,15	20,31
Surco gingival	34,06	26,83	27,17	28,72	29,82	29,99	26,66
Canal pulpar	26,97	27,84	29,99	28,41	29,03	26,19	28,37
Carrillo	35,21	32,56	33,29	34,16	33,96	33,54	30,47
T° ultrasonido en °C							
105-205 (30")	26,44-27,00	29,48-28,33	25,93-28,28	27,85-27,17	27,14-28,35	26,38-26,87	44,87-46,44
106-206 (60")	26,47-26,72	28,53-29,15	26,40-27,88	26,71-26,72	26,87-28,50	26,84-28,25	44,87-46,44
107-207 (90")	25,85-27,85	26,76-27,85	25,95-26,12	28,90-28,18	25,33-27,81	25,80-28,60	44,87-46,44
108-208 (90")	23,67-27,85	28,13-26,59	26,71-27,02	26,94-26,84	27,95-28,19	25,07-28,92	44,87-46,44
406-306 (30")	24,76-27,71	28,90-29,26	25,26-28,58	26,67-26,75	26,84-25,92	26,03-26,20	44,87-46,44
407-307 (60")	26,26-28,14	27,10-28,55	25,80-27,09	26,94-28,44	26,67-27,12	25,92-25,87	44,87-46,44
408-308 (90")	25,81-26,35	26,04-29,21	25,88-25,13	28,14-29,19	27,27-26,85	27,17-26,58	44,87-46,44

## Calor generado por el destartarador de ultrasonidos y su efecto sobre la vitalidad pulpar

Como se ha puesto de manifiesto en la revisión bibliográfica, diversos autores, está descrita una elevación de la temperatura en el tejido pulpar como consecuencia de la aplicación de ultrasonidos en distintas circunstancias, como, en la limpieza periodontal, en la preparación del canal pulpar o en la profilaxis dental (limpieza de depósitos de tártaro)<sup>1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 17, 21, 22, 23, 26, 32, 39, 40</sup>.

Por lo que a nosotros respecta, no hemos encontrado en la bibliografía un modelo experimental como el utilizado por nosotros, y en virtud del cual hemos encontrado que tras la aplicación reiterada del instrumento de ultrasonidos, muy por encima de las recomendaciones reseñadas por los diferentes autores aludidos y además específicamente sin refrigeración, no se aprecia una significativa elevación de la temperatura que pudiera afectar a la pulpa dental produciéndole lesiones observables histológicamente.

Como se puede apreciar en el cuadro de resultados únicamente se observó un incremento de

temperatura hasta los 29,48 °C, teniendo en cuenta que la medidas de la temperatura pulpar obtenida en los incisivos osciló entre 26,19 °C y 19,99 °C, muy por debajo de la temperatura central estimada en 38,5 °C  $\pm$  0,5 °C. para el perro.

Además, como refieren entre otros, Goodis y col<sup>17</sup> el diente dispone de un sistema de dispersión del calor externo a través de los túbulos de dentina (con escasa conductividad térmica debido a su composición) de forma centrípeta hacia la pulpa donde es transmitida a la red vascular y trasladado hacia el resto del organismo, lo que induce a pensar en una determinada capacidad de resistir variaciones térmicas por encima de las encontradas en nuestro estudio.

Todo ello nos lleva a considerar que la aplicación de un aparato de ultrasonidos como el empleado por nosotros incluso desprovisto de refrigeración no actúa elevando la temperatura de la cámara pulpar del diente tratado originando lesiones pulpares, por más que el tiempo de aplicación sobre una pieza dental se alargue excesivamente incluso hasta los 90 segundos. Más aún, el empleo de refrigeración parece disminuir la temperatura del







**Fig. 6.** Imagen histológica de las lesiones por calor en el animal control, a los 15 días de haber sido producidas. Pulpa dentaria: foco de hemorragia y edema. H/E x 400.



**Fig. 8.** Resultados histológicos tras la aplicación de los ultrasonidos durante 60 segundos. Pulpa dentaria: congestión vascular y cálculos en la pulpa. H/E x 400.

diente, tal y como encontramos en los estudios preliminares antes mencionados, si bien no hemos intentado cuantificar este extremo.

Así pues, si no se producen elevaciones de la temperatura en el interior de la cámara pulpar, no pueden producirse lesiones pulpares por efecto térmico.

En todo caso hemos utilizado el animal control al cual se le provocó un incremento notable de temperatura del diente hasta temperaturas máximas, resultando que en estos casos encontramos lesiones pulpares claras mucho más extensas que en los demás dientes y compatibles con las descritas por los diferentes autores consultados que refieren lesiones pulpares producidas por calor como hemorragias diseminadas, hiperemia y dilatación capilar, migración odontoblástica edema, etc.<sup>22, 28, 30, 31, 33</sup>.

De esta forma hemos podido constatar los efectos directos del calor sobre la pulpa dental y su estadio evolutivo a los 15 días de haber sido producidos y en todas las piezas dentales sometidas a elevación de temperatura. Fig. 6.



**Fig. 7.** Resultados histológicos en los dientes sometidos a 30 segundos ininterrumpidos de ultrasonidos. Odontoblastos, predentina y dentina. Azul de toluidina x 400.

### Lesiones producidas por el uso de despertadores de ultrasonidos

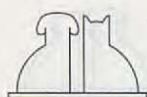
Creemos haber puesto de manifiesto que al no haber elevación de temperatura capaz de causar lesiones pulpares, no puede haber lesiones causadas por calor en los dientes estudiados. Sin embargo, el estudio histológico ha puesto de manifiesto la existencia de algunas lesiones, progresivamente más manifiestas cuanto más dilatado era el tiempo de aplicación de los ultrasonidos.

De esta forma, y a tenor de los hallazgos histopatológicos, hemos observado una discreta dilatación de los vasos sanguíneos pulpares en aquellos dientes sometidos a 30 segundos de ultrasonidos, siempre los primeros o segundos premolares (superiores e inferiores respectivamente) que no descartamos que, en parte, dicha dilatación pudiera ser consecuencia del proceso de la extracción tal y como pone de manifiesto Lasala<sup>24</sup> al explicar los mecanismos de producción de las pulpitis, como consecuencia de traumas con lesión vascular en el caso de luxaciones, subluxaciones y avulsiones, además de por la acción de la extracción, en la que se recrean estos fenómenos. Fig. 7.

En cuanto a los dientes a los que se aplicaron tiempos de ultrasonidos de 60 segundos, los hallazgos histopatológicos muestran una hiperemia evidente de los vasos pulpares, como mayor hallazgo. Fig. 8.

No apreciamos pues, la reacción odontoblástica y las lesiones pulpares con vacuolización que Morranti<sup>26</sup>, Peyton<sup>29</sup> y Zach<sup>40</sup> caracterizaron como lesiones típicas originadas por la acción de los ultrasonidos sobre la pulpa dental.

En este caso además de tener en cuenta la acción directa de los procesos de exodoncia realizados, más complicados, largos y traumáticos a medida que el tamaño del diente así lo requería,







**Fig. 9.** Resultados histológicos tras la aplicación de los ultrasonidos durante 90 segundos. Pulpa dentaria: congestión vascular, discreto infiltrado inflamatorio y hemorragias subodontoblásticas. H/E x400.



**Fig. 10.** Al igual que en la fotografía anterior observamos los resultados histológicos obtenidos tras someter el diente a 90 segundos ininterrumpidos de ultrasonidos. Azul de Toluidina x 400.

cabe achacar una reacción tisular inflamatoria de muy bajo nivel (a tenor de los cambios histológicos observados quince días después) a la acción de los ultrasonidos, basándonos en que los resultados obtenidos en aquellos dientes tratados con 90 segundos de aplicación de ultrasonidos, manifiestan una progresión evidente en las lesiones pulpares.

En efecto, cuando se aplican tiempos de 90 segundos, además de persistir la congestión vascular, ya se encuentran pequeñas hemorragias subodontoblásticas en el centro de la cavidad pulpar, con fenómenos de marginación-pavimentación de neutrófilos polimorfonucleares, claramente indicativa de una pulpitis en fase precoz<sup>7, 8, 13, 15</sup>. Figs. 9 y 10.

Por lo tanto como vemos, hay una progresión evidente desde la casi ausencia de lesiones cuando se aplican 30 segundos de ultrasonidos hasta la evidencia de una pulpitis en su estadio inicial. Sin embargo esta pulpitis, como ya se ha dicho, no está causada por elevación térmica y tampoco por la propia extracción del diente. Afirmamos esto sin descontar una cierta interferencia originada por estos procesos de extracción dentaria ya comentados, debido a que la reacción inflamatoria, inespecífica, actúa durante el momento de la extracción pudiendo ser claramente responsable de efectos de congestión e hiperemia, pero no así de lesiones más avanzadas que requieran más tiempo (hemorragias subodontoblásticas por ejemplo).

Por todo ello, en nuestra opinión, dichas lesiones deben ser achacadas a la acción de los ultrasonidos en virtud de las ondas de choque sónicas (resonancia) puestas de manifiesto por diferentes autores desde los años sesenta, si bien no definitivamente caracterizadas de modo peculiar puesto que presentan similitudes muy claras con las lesiones producidas por calor, estas si bien estudiadas. Básicamente en ambas, se encuentran procesos hiperémicos hasta hemorragias locales o diseminadas, vacuolización odontoblástica, degeneración nuclear odontoblástica, edema y hasta necrosis<sup>16, 26, 29, 37, 40</sup>.

Siguiendo a los diferentes autores, cuando se trata de pulpas intactas, la pulpitis aguda yatrogénica producida por el uso de los ultrasonidos con tiempos muy alargados, produce un estado inflamatorio agudo que puede desembocar en una pulpitis crónica que evolucionará positiva o negativamente, según factores como la capacidad regenerativa, edad, lesiones concomitantes (caries, fracturas, periodontopatías, etc)<sup>8, 31, 33, 18, 25</sup>.

Finalmente, y por lo que respecta a este apartado cabe concluir que nos parece incuestionable que la aplicación de destartadores de ultrasonidos durante tiempos prolongados, superiores a los 60 segundos, ya sea con o sin refrigeración producirá una lesión pulpar inflamatoria aguda que puede evolucionar a la cronicidad, a la reparación o a la necrosis, y que es debida al efecto resonante de los ultrasonidos sobre la dotación celular de la pulpa dentaria.

